

Єременко В.С.

<https://orcid.org/0000-0002-4330-7518>

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Монченко О.В.

<https://orcid.org/0000-0002-8248-5704>

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Монченко Т.М.

<https://orcid.org/0009-0002-3294-7023>

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ІНФОРМАЦІЙНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ОБ'ЄКТА В ЕНДОКРИНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

У роботі представлено інформаційну модель об'єкта в ендокринологічних дослідженнях, орієнтовану на комплексну оцінку стану пацієнта з метою підвищення ефективності лікування та покращення показників здоров'я і якості життя. Запропонована модель враховує багатовимірний характер ендокринологічних захворювань і охоплює не лише біохімічні та фізіологічні параметри, а й клінічні, поведінкові та контекстні характеристики, які суттєво впливають на перебіг патологічного процесу та результати терапії.

У межах дослідження виділено сім блоків факторів впливу, які структуровано у вигляді діаграми Ісікави для наочного відображення причинно-наслідкових зв'язків. Усі блоки проаналізовано та згруповано у три узагальнені категорії залежно від характеру показників і методів їх оцінювання.

До першої групи віднесено блоки «Біохімічні показники крові», «Біохімічні показники сечі» та «Вгодованість», для яких проведено кількісну оцінку з використанням гістограмного аналізу розподілу показників. Це дало змогу визначити особливості варіації параметрів і їхній внесок у загальний стан пацієнта.

Другу групу сформовано з блоків «Фізичні компоненти якості життя з АГ та ожирінням» та «Психічні компоненти якості життя з АГ та ожирінням». Для цих блоків здійснено експертне оцінювання з подальшою математичною обробкою результатів із застосуванням та методу аналізу ієрархій на основі матриці Сааті, що дозволило встановити пріоритетність факторів і ступінь їхнього впливу.

Блоки «Стан серцево-судинної системи» та «Загально-клінічні особливості» обраховані за допомогою категоризованих даних з використанням коефіцієнта Юла.

В роботі використано різні методи обробки даних, отримано вагові коефіцієнти, але ці коефіцієнти ніяк між собою не узгоджені. Шляхи нормалізації всіх вагових коефіцієнтів, які отримані в даній моделі різними методами, є подальшим завданням досліджень.

Ключові слова: інформаційна модель; ендокринологічні показники, гістограмний аналіз, категоризовані дані, коефіцієнт Юла, матриця Сааті.

Постановка проблеми. Цифрова трансформація медицини та впровадження обчислювальних методів аналізу даних докорінно змінюють підходи до дослідження та лікування ендокринних захворювань. Аналіз наявних алгоритмів представлення та обробки медичної інформації свідчить про їхню недостатню ефективність при

розв'язанні завдань, які потребують складних логічних висновків в умовах неповних або суперечливих даних. Для подолання цієї проблеми необхідно впроваджувати новітні технології обробки медичної інформації.

У процесі встановлення точного діагнозу та вибору ефективного лікування лікарі змушені

аналізувати велику кількість різноманітних показників – від антропометричних до лабораторних даних (зокрема, аналізів крові тощо). На основі цього виникає потреба в розробці сучасної інформаційної технології, яка б допомагала лікарям-практикам підвищити якість прийняття клінічних рішень, враховуючи індивідуальні особливості пацієнта.

У статті авторів В. Єременка, О. Монченко, С. Корчевої, Л. Чубко [1] представлено інформаційну технологію (ІТ), яка базується на статистичній обробці великої кількості різнорідних даних із застосуванням відстані Махаланобіса. Такий підхід дозволив отримати узагальнені результати та підтвердив ефективність нових методик лікування артеріальної гіпертензії (АГ) та надмірної ваги.

У статті авторів В. Єременка, О. Монченко, Т. Монченка, В. Кучеренко [2] описано розробку ІТ аналізу медичних показників на основі гістограмного методу. Автори провели дослідження потоків даних із застосуванням гістограмного аналізу, зокрема використання гістограмних чисел для розрахунку медичних параметрів та визначення частки пацієнтів, для яких лікування виявилось результативним. Цей підхід дав можливість перейти до ймовірнісних значень по показниках та вцілому оцінити методики лікування. Також було визначено ключові етапи розробки, що забезпечують можливість ефективного застосування гістограмного аналізу та формування обґрунтованих рішень щодо подальших досліджень.

В роботі «Інформаційна технологія опрацювання результатів медичних досліджень на основі нечіткої логіки» [3] представлено ІТ обробки медичних показників із використанням методів нечіткої логіки. Такий підхід дозволяє ефективно аналізувати ендокринологічні параметри, оцінювати обґрунтованість прийнятих рішень та визначати ймовірність потенційних помилок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботі «Information system for ecological monitoring of the reserve territory» [4] розглянуто проблематику проєктування інформаційної системи моніторингу для оцінювання екологічного стану території природного заповідника. Розроблено інформаційну модель системи з урахуванням параметрів стану повітря, поверхневих вод і ґрунтів.

В статті авторів Яровенко, А. Г., Мунтян, О. А., Мунтян, М. Л. [5] розглянуто метод побудови інформаційної моделі об'єкта дослідження на основі теоретико-множинного підходу для формування бази моделей для медичних систем прийняття рішення діагностичного типу.

В роботі «Інформаційна система оцінювання ймовірності виникнення ризикової події під час прийняття біомедичних рішень» [6] практичне застосування результатів теоретичних досліджень з визначення кількісного оцінювання ризиків є ключовим етапом у прийнятті медичних рішень, зокрема для підвищення точності діагностики та профілактики ускладнень. Важливим етапом перед розробкою інформаційної системи для оцінювання ризиків є аналіз причинно-наслідкових зв'язків між факторами, що можуть спричинити небажані події. Впровадження ІТ у цю сферу сприяє переходу медицини від лікування до профілактики та своєчасного запобігання ризикам.

В дослідженні «Principles of construction of an adaptive multilevel system of monitoring and diagnostics of complex technical objects» [7] розглядаються інтелектуальні багаторівневі системи моніторингу та діагностики складних технічних об'єктів із використанням сучасних ІТ.

Постановка завдання. Метою цієї роботи є розроблення формальної інформаційної моделі об'єкта в ендокринологічних дослідженнях, зокрема комплексної терапії пацієнтів з АГ та ожирінням, яка забезпечує структуроване багатомірне представлення пацієнта та інтеграцію клінічних, лабораторних і контекстних даних у єдину обчислювально узгоджену систему.

Виклад основного матеріалу. Інформаційна модель об'єкта дослідження в медичних системах є важливою складовою для забезпечення ефективного та безпечного управління медичними даними та процесами. Так, наприклад причинно-наслідковий аналіз може бути використаний як структурований метод ідентифікації ризиків. Цей метод дозволяє скомпонувати можливі причини та фактори в узагальнені категорії так, щоб можна було дослідити всі можливі гіпотези. Однак застосування цього методу дозволяє ідентифікувати фактичні причини. Причини визначаються на основі емпіричних даних або емпіричним шляхом. Існує кілька різних методів аналізу причин. Одним з методів є діаграма Ісікави, яка може виявити зв'язки, які може випустити з уваги більш лінійне мислення.

При обробці ендокринологічних показників виникають свої унікальні виклики. Ендокринні системи мають велику кількість даних, а також містять велику кількість взаємозв'язаних параметрів. Обробка ендокринологічних даних може потребувати використання спеціалізованих алгоритмів та моделей, які враховують особливості цих систем.

За результатами проведених досліджень [1,2] можна побудувати діаграму причинно-наслідкових зв'язків Ісікави («Fishbone Diagram»), яка враховує всі фактори, що впливають на ефективність лікування. Діаграма Ісікави як інструмент аналізу, забезпечує систематичний погляд на наслідки і причини, які створюють ці ефекти або сприяють їх появі. Вона дає можливість провести класифікацію методів опрацювання даних та виявити зв'язки, які може випустити з уваги більш лінійне мислення [6]. На рис.1 представлена діаграма Ісікави для оптимізації комплексної терапії пацієнтів з артеріальною гіпертензією та ожирінням.

Детальний аналіз отриманої діаграми Ісікави для оптимізації комплексної терапії пацієнтів з артеріальною гіпертензією та ожирінням показав:

1) блоки «Біохімічні показники крові», «Біохімічні показники сечі» та «Вгодованість» можна оцінити, використовуючи гістограмний розподіл [2, 8 ст. 67];

2) блоки «Загально-клінічні особливості» та «Стан серцево-судинної системи» можуть бути опрацьовані з використанням алгоритмів для категоризованих даних;

3) блоки «Фізичні компоненти якості життя з АГ та ожирінням» та «Психічні компоненти якості життя з АГ та ожирінням» потребують оцінок експертів та відповідної обробки. Проведемо аналіз по черзі.

1) В першому випадку для отримання коефіцієнтів впливу проведено гістограмний аналіз [2, 8 ст. 67] опрацьованих двома методиками параметрів. Методика побудови полігону частот та гістограм детально наведена в [8 ст. 67].

M2– основна група пацієнтів, яка отримувала нове лікування, M3 – дослідна група, яка отримувала стандартне лікування. Аналізуючи гістограми, можна отримати коефіцієнти впливу (вагові коефіцієнти) за такою формулою:

$$K_1 = \frac{N_{здor}^{після} - N_{здor}^{до}}{N_{заг}} = P_1, \quad K_2 = P_2 \quad (1)$$

де P_1 – кількість вилікуваних пацієнтів після проходження лікування за методикою 1,

P_2 – кількість вилікуваних пацієнтів після проходження лікування за методикою 2.

За еталонні значення приймалися гістограми здорових пацієнтів (група M1).

2) блоки «Загально-клінічні особливості» та «Стан серцево-судинної системи» можуть бути опрацьовані з використанням алгоритмів для категоризованих даних.

У випадку «Стан серцево-судинної системи» має один компонент: можливі ризики розвитку гіпертрофії лівого шлуночку, який і є категоризованими даними. В роботі запропоновано використати коефіцієнт Юла [9].

3) «Фізичні компоненти якості життя з АГ та ожирінням», «Психічні компоненти якості життя з АГ та ожирінням» потребують оцінок експертів [10].

Результати досліджень та практичне застосування

В роботі розглянуто 29 ендокринологічних показників, які отримуються шляхом взяття аналізів крові та сечі. Медичне завдання: лікування артеріальної гіпертензії та ожиріння. За рекомендаціями лікарів-ендокринологів кафедри сімейної медицини та амбулаторно-поліклінічної допомоги НМАПО імені П. Л. Шупика



Рис. 1. Діаграма Ісікави для оптимізації комплексної терапії пацієнтів з артеріальною гіпертензією та ожирінням

1) Проведені розрахунки значення ймовірності [2] ендокринологічних показників у групі контрольній групі пацієнтів М1, що нараховувала 21 особу. Також ймовірності в групах основній 64 особи М2 та дослідній 64 особи М3, які приймали різні типи лікування, до та після лікування. Пацієнти мають артеріальну гіпертензію та ожиріння. Дослідження проведено на клінічних базах кафедри сімейної медицини та амбулаторно-поліклінічної допомоги НМАПО імені П. Л. Шупика в період з 2017 по 2021 роки. Пацієнтів з АГ та ожирінням було розподілено на дві групи, рандомізовані за віком, статтю та коморбідною патологією, яким надавалось два типи лікування: основна група (М2) отримувала лікування 1, дослідна група (М3) отримувала лікування 2 [1,2]. Метою дослідження є визначення впливу двох методик лікування на групи пацієнтів М2 і М3 та порівняння їх ефективності.

Наступним етапом було обчислення кількості пацієнтів, у яких відбулося покращення показника після лікування. Умовним «еталоном» виступив розподіл у групі здорових пацієнтів. Обчислення відбувались конкретно для кожного показника, але не для пацієнта. Цікавив саме розподіл і вплив лікування в цілому на групу. Обчислення відбувались за формулою (1). До прикладу в таблиці наведено обчислення коефіцієнтів впливу для САТ згідно рис. 1.

Результати обчислень коефіцієнтів впливу по всіх наявних показниках зібрані в таблиці 2. Прийняті такі скорочення: відсоток жиру (% жиру), систолічний артеріальний тиск (САТ), діастолічний артеріальний тиск (ДАТ), пульс, креатинін сечі (Креат сечі), глікований гемоглобін (Гліков Нб), сечова кислота (Сеч к-та), холестерин загальний (Хол заг), тригліцерин (Тригліц), холестерин ліпопротеїдів високої щільності (ЛПВЩ), холестерин ліпопротеїдів низької щільності (ХЛНЩ), холестерин ліпопротеїдів дуже низької щільності (ЛпДНЩ), коефіцієнт атерогенності (Коеф атерог), кальцій іонізований (Кальцій іонізов), лептин сироватки (Лептин сиров).

З проведених обчислень можна зробити такі висновки. Показники: % жиру, пульс, САТ, ДАТ, ЛПВЩ, ЛпДНЩ, кальцій іоніз дали позитивні результати, а значить лікування за новою методикою було ефективним (група М2). Показники: креат сечі та лептин сироватки дали кращі результати при лікуванні за стандартною методикою (група М3). Але в цілому пацієнтів, яким стало краще, більше за новим лікуванням (група М2) має меншу кількість від'ємних показників, ніж група М3.

Таблиця 1

Коефіцієнти впливу по всіх наявних ендокринологічних показниках

Показники	М2	М3	Показники	М2	М3
% жиру	0,047	0,031	Хол заг	0,063	-0,125
Пульс	0,234	0	Тригліц	-0,109	-0,109
САТ	0,56	0,44	ЛПВЩ	0,094	-0,187
ДАТ	0,39	0,34	ХЛНЩ	-0,031	-0,016
Креат сечі	0,375	0,422	ЛпДНЩ	0,2	0
Гліков Нб	-0,063	-0,438	Коеф атерог	-0,1	-0,09
Сеч к-та	-0,047	-0,234	Кальцій іонізов	0,031	-0,156
Глюкоза	0	-0,05	Лептин сиров	-0,031	0,188

Отримані коефіцієнти впливу дають можливість оцінити запропоновані в [1] методики лікування та визначити ступінь критичності кожного показника.

2) Розглянемо на прикладі основної вибірки М2, яка має 64 пацієнти. Всі мають гіпертензію і ожиріння. До прикладу, з них 20 мають гіпертрофію лівого шлуночка (ЛШ). Гіпертрофія асоціюється з ожирінням у пацієнтів з гіпертензією. З цієї вибірки 15 покращило стан здоров'я, з них 5 з гіпертрофією.

$$\text{Коефіцієнт Юла } Q = \frac{ad - bc}{ad + bc} \quad (2)$$

Отримане значення $Q = 0,0625$ говорить про дуже слабкий прямий зв'язок між наявністю гіпертрофії ЛШ і результатом лікування.

3) Алгоритми обробки експертних оцінок

Обробка експертних оцінок застосовується для узагальнення індивідуальних суджень експертів з метою визначення пріоритетів альтернатив або вагових коефіцієнтів критеріїв у задачах прийняття рішень. Вибір алгоритму залежить від форми подання експертної інформації (бальні оцінки, ранги, попарні порівняння) та необхідного результату (ранжування, ваги, узгодженість). В роботі використаний метод аналізу ієрархій Сааті, оскільки цей метод найбільш близький до людської діяльності. Цей метод декомпоує задачу на ієрархію та визначає локальні пріоритети з матриць попарних порівнянь [10]. Узгодженість оцінюють:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (3)$$

$$CR = \frac{CI}{RI}. \quad (4)$$

Судження прийнятні при $CR < 0,1$ [10]. Метод забезпечує кількісні ваги для якісних критеріїв і перевірку логічної узгодженості.

Матриця Сааті (парна матриця) для критеріїв Критерії експертів: С1 – Рухова активність (5); С2 – Сон і відпочинок (5); С3 – Здатність до виконання повсякденних завдань (4); С4 – Дихальна функція (4); С5 – Ризик травм (3)

Після обрахунків отримуємо власний (пріоритетний) вектор (ваги, нормалізовані) це є коефіцієнти впливу: С1 – 0,238; С2 – 0,238; С3 – 0,191; С4 – 0,191; С5 – 0,143

Коротка перевірка узгодженості, використовуючи формули (3,4): $n = 5$

$\lambda_{max} \approx 5,0000 \rightarrow CI \approx 0$ Для $n = 5RI = 1,12 \rightarrow CR \approx 0$ – узгодженість добра.

Психічні компоненти якості життя у людей з артеріальною гіпертензією (АГ) та ожирінням: стрес і емоційний дискомфорт – 5; самоповага та самооцінка – 5; психологічні реакції на спроби схуднення – 4; соціальна ізоляція – 4; емоційне збентеження, пов'язане з їжею – 3

Після проведених обрахунків отримуємо коефіцієнти впливу:

С1 – 0,238; С2 – 0,238; С3 – 0,190; С4 – 0,190; С5 – 0,143

СІ ≈ 0 та СR ≈ 0 (тобто СR $\ll 0,1$) – узгодженість дуже добра.

Висновки. У результаті проведеного дослідження розроблено інформаційну модель об'єкта в ендокринологічних дослідженнях, орієнтовану на комплексну оцінку стану пацієнта з метою підвищення ефективності лікування та покращення показників здоров'я і якості життя. Модель базується на системному підході та враховує багатовимірний характер ендокринологічної патології, поєднуючи біохімічні, фізіологічні, клінічні, поведінкові та контекстні характеристики перебігу захворювання.

Науковомовна полягає у формуванні структурованої багатофакторної моделі із застосуванням діаграми Ісікави, що дозволяє відобразити причинно-наслідкові зв'язки між ключовими факторами та станом пацієнта. Інтегровано різномірні показники в єдину інформаційну структуру з подальшим групуванням факторів за характером і методами їх оцінювання.

Виділення семи блоків впливів і їх поділ на три узагальнені групи забезпечили диференційований підхід до аналізу даних. Для біохімічних показників крові, сечі та вгдованості застосовано гістограмний аналіз, що дозволив визначити особливості розподілу параметрів і їхній внесок у формування клінічної картини. Отримані результати показали, що більшість показників демонструють позитивну динаміку при застосуванні нової методики лікування (група М2), тоді як окремі параметри мають кращі результати при стандартному лікуванні (група М3).

Для оцінювання стану серцево-судинної системи використано категоризоване оцінювання із застосуванням коефіцієнта Юла. Фізичні та психічні компоненти якості життя оцінено експертним методом з використанням методу аналізу ієрархій та матриці Сааті, що дозволило визначити пріоритетність факторів. Низькі значення індексів узгодженості (СІ та СR) підтверджують надійність експертних оцінок.

У роботі застосовано різні методи обробки даних і отримано вагові коефіцієнти факторів, однак їх узгодження та нормалізація потребують подальших досліджень. Також потребує уточнення блок «Загально-клінічні особливості». Подальший розвиток запропонованого підходу сприятиме вдосконаленню методів оцінювання стану пацієнтів, підвищенню якості медичної допомоги та покращенню якості життя в ендокринологічній практиці.

Список літератури:

1. Єременко В., Монченко О., Корчева С., Чубко Л. Метод статистичного оцінювання результатів клінічних досліджень при лікуванні артеріальної гіпертензії та ожиріння. *Технічні науки та технології: науковий журнал / Національний університет «Чернігівська політехніка»*, 2023. №2 (32). С. 164 DOI: 10.25140/2411-5363-2023-2(32)-164-174
2. Єременко В., Монченко О., Монченко Т., Кучеренко В. Інформаційна технологія опрацювання медичних показників. *Технічні науки та технології* №1 (35) (2024), ст. 121-127 DOI: 10.25140/2411-5363-2024-1(35)-121-127
3. Єременко В.С., Монченко О.В., Кучеренко В.Л., Сиднівець О.М., Монченко Т.М. Інформаційна технологія опрацювання результатів медичних досліджень на основі нечіткої логіки. *Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах»* ISSN2219-9365 №3 (2025) Ст. 313-319 Оpubліковано 28.08.2025 DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-83-38>
4. Samoty V., Lahun A., Chyshynska-Hlybovych L. Information system for ecological monitoring of the reserve territory. *Information system for ecological monitoring of the reserve territory* Volume 86, no.1, 2025
5. Яровенко А. Г., Мунтян О. А., Мунтян М. Л. Інформаційна модель об'єкта дослідження в медичних системах підтримки прийняття рішення. <https://dSPACE.vnmu.edu.ua/handle/123456789/8952> DOI: 10.30888/2663-5712.2021-08-03-086

6. Луцький М. Г., Іванець О. Б., Шавшина В. О. Інформаційна система оцінювання ймовірності виникнення ризикової події під час прийняття біомедичних рішень. *Наукоємні технології* № 1(53), 2022
7. Marchenko N., Martyniuk H., Monchenko O., Chubko L., Scherbak T. *Principles of construction of an adaptive multilevel system of monitoring and diagnostics of complex technical objects Information technologies: theoretical and applied problems (ITTAP-2024) the 3rd international workshop* October 23-25, 2024 Ternopil, Opole, Poland Ukraine p. 610-616 ISSN 1613-0073
8. Статистичний аналіз даних вимірювань: навч. посіб. / Єременко В.С., Куц Ю.В., Мокійчук В.М., Самойліченко О.В. К.: НАУ, 2013. 320 с.
9. G. Udny Yule. On the Methods of Measuring Association between Two Attributes. *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 75, No. 6 (1912) <https://doi.org/10.1111/j.2397-2335.1912.tb00463.x>
10. Синенко М.А. Метод Сааті при прийнятті управлінських рішень на прикладі підприємства малого бізнесу. *Бізнес та інтелектуальний капітал* Інтелект XXI №1, 2018 с. 235.

Yeremenko V.S., Monchenko O.V., Monchenko T.M. INFORMATION REPRESENTATION OF AN OBJECT IN ENDOCRINOLOGICAL RESEARCH

The paper presents an information model of the object in endocrinological research, aimed at a comprehensive assessment of a patient's condition in order to enhance treatment effectiveness and improve health outcomes and quality of life. The proposed model takes into account the multidimensional nature of endocrinological disorders and encompasses not only biochemical and physiological parameters, but also clinical, behavioral, and contextual characteristics that significantly influence the course of the pathological process and therapeutic outcomes.

Within the framework of the study, seven blocks of influencing factors were identified and structured in the form of an Ishikawa diagram to provide a clear visualization of cause-and-effect relationships. All blocks were analyzed and grouped into three generalized categories depending on the nature of the indicators and the methods used for their evaluation.

The first group includes the blocks "Biochemical Blood Parameters," "Biochemical Urine Parameters," and "Body Condition," for which quantitative assessment was performed using histogram-based distribution analysis. This approach made it possible to determine the variability patterns of the parameters and their contribution to the overall patient condition.

The second group comprises the blocks "Physical Components of Quality of Life in Patients with Arterial Hypertension and Obesity" and "Mental Components of Quality of Life in Patients with Arterial Hypertension and Obesity." For these blocks, expert evaluation was conducted followed by mathematical processing of the results using the Analytic Hierarchy Process based on the Saaty matrix, which enabled the determination of factor priorities and the degree of their influence.

The blocks "Cardiovascular System Status" and "General Clinical Characteristics" were calculated using categorized data with the application of Yule's coefficient.

Various data processing methods were employed in the study, and weighting coefficients were obtained; however, these coefficients are not mutually harmonized. The normalization of all weighting coefficients derived by different methods within the proposed model constitutes a subject for further research.

Keywords: *information model, endocrinological parameters, histogram analysis, categorized data, Yule's coefficient, Saaty matrix.*

Дата першого надходження статті до видання: 09.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті 11.05.2026